

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-149547

(43)Date of publication of application : 21.05.2003

(51)Int.Cl. G02B 13/00  
G02B 13/18

(21)Application number : 2001-349952 (71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

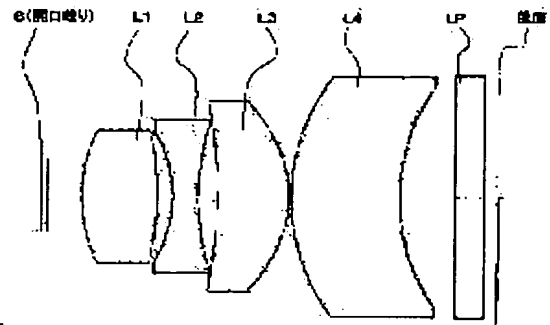
(22)Date of filing : 15.11.2001 (72)Inventor : KAWAKAMI ETSURO

## (54) PHOTOGRAPHIC LENS

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact photographic lens having high resolution and constituted of a small number of lenses.

SOLUTION: This photographic lens is constituted by arranging an aperture diaphragm S nearest to an object side, and a 1st lens L1 being a positive lens, a 2nd lens L2 being a negative lens, a 3rd lens L3 being a positive lens and a 4th lens L4 being a positive lens through a distance. It is not like a retrofocus lens as shown in the conventional example, the 1st lens L1 to the 4th lens L4 behind of the diaphragm S are given condensing action as a whole. In such lens constitution, an angle formed by an optical axis with a principal light beam of the bundle of rays condensed on the corner of an image plane is set to satisfy  $15^\circ < PA < 30^\circ$  (PA: angle formed by the optical axis with the principal light beam of the bundle of rays condensed on the corner of the image plane).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-149547  
(P2003-149547A)

(43)公開日 平成15年5月21日(2003.5.21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 13/00		G 0 2 B 13/00	2 H 0 8 7
13/18		13/18	

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-349952(P2001-349952)  
(22)出願日 平成13年11月15日(2001.11.15)

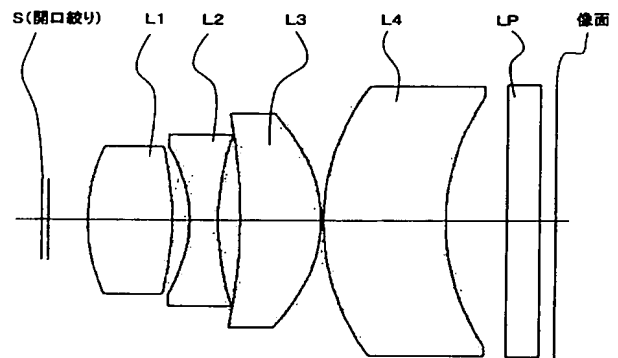
(71)出願人 000001443  
カシオ計算機株式会社  
東京都渋谷区本町1丁目6番2号  
(72)発明者 川上 悦郎  
東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ  
計算機株式会社羽村技術センター内  
Fターム(参考) 2H087 KA03 PA04 PA17 PB04 QA02  
QA06 QA14 QA22 QA25 QA32  
QA41 QA46 RA05 RA12 RA13  
RA34 RA42

(54)【発明の名称】 撮影レンズ

(57)【要約】

【課題】 高解像度かつ構成枚数が少なく、コンパクトな撮影レンズを得る。

【解決手段】 レンズ構成は最も物体側より開口絞りS、空気間隔を有する正レンズである第1レンズL1、負レンズである第2レンズL2、正レンズである第3レンズL3、正レンズである第4レンズL4から構成される。従来例のようなレトロフォーカス型ではなく、開口絞りSより後ろの第1レンズL1から第4レンズL4全体で集光作用を持たせている。そして、このレンズ構成において、画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度に関して $15^{\circ} < PA < 30^{\circ}$  (PA:画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度)を満足させるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 CCD等の撮像素子を使用した撮影光学系において、画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度に関して下記条件式(1)を満足することを特徴とする撮影レンズ。

$$(1) \quad 15^\circ < PA < 30^\circ$$

ただし、

PA：画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主にデジタルスチルカメラをはじめ監視カメラ、PCカメラ（パーソナルコンピュータに付属の撮像装置）のようなCCD（charged coupled device）等の撮像素子を使用した小型の撮像装置に用いられる高性能でコンパクトな撮影レンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年の一般向けデジタルスチルカメラ（以下、DSC）の急速な普及には目を見張るものがある。DSCは、構造的には、撮影レンズによって結像された静止画像をCCD他の撮像素子（以下CCD）により画像を電気的に取り込み、内蔵メモリやメモ리카ードなどに記録する撮像装置であり、普及の当初は、液晶モニターを撮影の際のファインダーとして、また撮影した画像の再生用モニターとして使用出来るため、銀塩カメラに比べて即時性、利便性をアピールして普及してきたが、一方では銀塩カメラに較べて撮影画像の解像度が低く、欠点と指摘されてきた。しかしながら、その点でも急速な普及と共にCCDの画素数が多いものが安価に供給されるなどしてDSCは、解像力の点でも普及判のプリントサイズなどの制限の範囲では銀塩カメラの解像力に迫る勢いで改良され製品化されるようになった。

【0003】ここで従来のDSCの撮影レンズに目を向けると、高画素ながら画像の取り込みをCCDを用いていることから、構成的にはVTR用撮影レンズに類似していることがわかる。しかし、求められる解像力や画像の品位の面で、さらに高い性能を要求されるため、構成的には複雑化している場合が多く、光学系の大きさについても、CCDの画面サイズを同じとしてもVTR用撮影レンズよりDSC用撮影レンズの方が大型化してしまう。以下に、従来のDSC用の撮影レンズについて特徴の概略を列挙してみる。

## 【0004】1. 高画質である

最近では、CCDの画素数では、300万画素～400万画素が、一般向けのDSCでも発表されている。VTRに使用されている、35万画素クラスの撮像素子とは、画面寸法が違うため、直接比較することはあまり意味を成さないが、画面寸法を無視すれば、約10倍の差がある事になる。すなわち、撮影レンズに要求される、

収差補正の精度（難易度）も、この差程度の違いがあると考えられる。CCDの画素数を上げるには、現在一般的には、画面寸法をなるべく大きくせずに、画素ピッチを小さくする方法で画素数を上げる方法がとられており、例えば、デジタルスチルカメラ用として最近発表されている有効画素数が130万画素クラスのCCDでは画素ピッチは4.2μm程度となっている。従って、最小錯乱円径を画素ピッチの2倍と仮定しても8.4μmであり、35mm判銀塩カメラの最小錯乱円径が約33μmと考えられるので、デジタルスチルカメラの撮影レンズに要求される解像力は銀塩カメラの約4倍ということが言える。

【0005】2. 像側テレセントリック性が良好であること

像側のテレセントリック性とは、各像点に対する光線束の主光線が、光学系の最終面を射出した後、光軸とほぼ平行になる、すなわち、像面とはほぼ垂直に交わることを言う。言い換えると、光学系の射出瞳位置が像面から十分離れることである。これは、CCD上の色フィルタが撮像面からやや離れた位置にあるために、光線が、斜めから入射した場合、実質的な開口効率が減少する（シェーディングという）ためであり、特に最近の高感度型のCCDでは、撮像面の直前にマイクロレンズアレーを配しているものが多いが、この場合も同様に、射出瞳が十分離れていないと、周辺で開口効率が低下してしまう。

【0006】3. 大きなバックフォーカスが必要CCDの構造に起因する保護用のガラス板や、その後の空間はもとより、撮影レンズの光学系とCCDの間には一般的には幾つかの光学素子を挿入する空間が必要とされる。CCDの周期構造に起因して発生するモアレ現象等を防止する目的で挿入されるオプティカルローパスフィルター（以下、OLPF）やCCDの赤外波長域での感度を低下させて人の目の比視感度に近づける目的で、やはり光学系とCCDの間に挿入される赤外吸収フィルターがそれである。

【0007】以下、従来例について具体的な数値を示すことにより具体的に説明する。表及び図面中、fはレンズ全系の焦点距離、F<sub>no</sub>はFナンバー、2ωはレンズの全画角、PAは画面隅部へ入射する光線束の主光線の光軸との成す角度、b<sub>r</sub>はバックフォーカスを表す。バックフォーカスb<sub>r</sub>は各々最も像面に近いレンズの像側面から像面までの空気換算距離である。また、Rは曲率半径、Dはレンズ厚またはレンズ間隔、N<sub>d</sub>はd線の屈折率、ν<sub>d</sub>はd線のアッベ数を示す。また、球面収差図中のd、g、Cはそれぞれの波長における収差曲線であり、非点収差図中のSはサジタル、Mはメリディオナルを示している。従来例において最も像面に近いレンズと像面の間には平行平面ガラスLPが配されている。前記平行平面ガラスLPは、従来例では水晶光学フィルタ

一、赤外吸収ガラス、CCDの保護ガラス等の複合体であり、後述する実施例ではバックフォーカスを短くするために水晶光学フィルターの単用を想定しているが、本発明の光学的説明には何ら問題はないので厚さが総厚に等しい1枚の平行平面ガラスとして表現している。

【0008】従来例において使用している非球面については、周知のごとく、光軸方向にZ軸、光軸と直交する方向にY軸をとるとき、非球面式：

$$Z = (Y^2/r) \{1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/r)^2}\} + A \cdot Y^4 + B \cdot Y^6 + C \cdot Y^8 + D \cdot Y^{10} + \dots \quad 10$$

で与えられる曲線を光軸の回りに回転して得られる曲面で、近軸曲率半径：r、円錐定数：K、高次の非球面係数：A、B、C、Dを与えて形状を定義する。尚表中の円錐定数及び高次の非球面係数の表記において「Eとそれに続く数字」は「10の累乗」を表している。例え \*

$$\begin{aligned} f &= 5.52 \\ F_{\infty} &= 2.85 \\ 2\omega &= 63.44^\circ \\ PA &= 7.8^\circ \\ b_f &= 4.38 \end{aligned}$$

面 No.	R	D	N <sub>d</sub>	v <sub>d</sub>	
1	10.218	0.60	1.58913	61.25	
2	4.000	3.83	—	—	
S	∞	0.50	—	—	開口絞り
3	4.703	1.33	1.80420	46.50	
4	-17.578	1.75	—	—	
5	-4.141	0.60	1.84666	23.78	
6	9.579	0.19	—	—	
7	50.359	1.83	1.69350	55.02	
8	-4.000	0.81	—	—	
9	6.591	1.44	1.77250	49.62	
10	15.817	1.00	—	—	
11	∞	2.58	1.51680	64.20	平行平面ガラス
12	∞	—	—	—	

#### 非球面係数

$$\begin{aligned} \text{第 8 面} \quad K &= -0.577874E+01 & A &= -0.925776E-02 & B &= 0.113336E-02 \\ & & C &= -0.921794E-04 & D &= 0.670196E-05 \end{aligned}$$

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】前述の様に、従来のDSCの撮影レンズには概略、3つの特徴（条件）があるが、とりわけ2.及び3.の項目を実現するために、標準レンズでさえもレトロフォーカス型を選択せざるを得ないのが現状である。このことは前群に発散系を配置することになるため、コンパクト化に不利と考えられる。それが、最近になって2.の項目については、CCDの色フィルターやマイクロレンズアレーの配列の見直しによって、また、3.の項目についてはCCDの構造を根本的な所から見直すことで改善の兆しが見えてきており、これらの改善によって条件的に緩和された分について、よりコンパクト性やコスト性を意識することによって、特徴を生かした撮影レンズの開発を行うための環境が出来つつある状況となっている。

\*ば、「E-4」は $10^{-4}$ を意味し、この数値が直前の数値に掛かるのである。

【0009】従来例についての数値例を表1に示す。また図4は、そのレンズ構成図、図5はその諸収差図である。レンズの構成は、最も物体側より負レンズである第1レンズL1、空気間隔を以て開口絞りS、やや空気間隔を以て正レンズである第2レンズL2、また空気間隔を以て負レンズである第3レンズL3、正レンズである第4レンズL4、最後にやや空気間隔を以て正レンズである第5レンズL5を配して構成される。第1レンズL1に発散作用、開口絞りSより後ろの第2レンズL2から第5レンズL5までに集光作用をもたせたレトロフォーカス型を構成している。

【0010】

【表 1】

【0012】本発明は、前述した事情に鑑み、CCD等の撮像素子についての像側テレセントリック性及び、バックフォーカスに関して最新の特性条件を踏まえた上で、高解像でかつ構成枚数が少なく、コンパクトな撮影レンズを得ることを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の撮影レンズは、CCD等の撮像素子を使用した撮影光学系として使用され、画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度に関して下記条件式（1）を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 15^\circ < PA < 30^\circ$$

ただし、

PA：画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度

【0014】条件式(1)の範囲で、画面隅に集光する光線束の主光線と光軸との成す角度(いわゆる像側のテレセントリック性)をとることによって、例えば標準レンズにおいては、レトロフォーカス型のレンズタイプをとることなく撮影レンズを構成する事が出来、レンズ枚数の削減、コンパクト化が同時に可能となる。また、広角レンズ等で前群に大きな負のパワーを持たせたレトロフォーカス型の場合でも、その負パワーを小さくすることが出来、レンズタイプは変わらなくても、レンズ枚数の削減、コンパクト化に役立つことは可能である。条件式において下限を越えた場合、従来のテレセントリック性と明確な区別をする事が出来ず、標準レンズではレトロフォーカス型を取らないと、充分な性能を確保する事が出来ない。また、上限近く27°付近では、標準レンズでは射出瞳の位置と後側主点とが一致し、上限を越えると射出瞳の位置が後側主点より像面側に出て、逆に設計要素が増えてしまい不利となる。このことは広角レンズにおいても上限値において、射出瞳の位置と後側主点の位置がほぼ一致し、同様に設計要素が増えてしまいコンパクト化に関して不利となる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、実施例について具体的な数値を示すことにより、本発明の説明を補足する。表及び図面中、 $f$ はレンズ全系の焦点距離、 $F_n$ はFナンバー、 $2\omega$ はレンズの全画角、 $PA$ は画面隅部へ入射する光線束の主光線の光軸との成す角度、 $br$ はバックフォーカスを表す。バックフォーカス $br$ は各々最も像面に近いレンズの像側面から像面までの空気換算距離である。また、 $R$ は曲率半径、 $D$ はレンズ厚またはレンズ間隔、 $N_d$ は $d$ 線の屈折率、 $v_d$ は $d$ 線のアッペ数を示す。また、球面収差図中の $d$ 、 $g$ 、 $C$ はそれぞれの波長における収差曲線であり、非点収差図中の $S$ はサジタル、 $M$ はメリディオナルを示している。実施例において最も像面に近いレンズと像面の間には平行平面ガラス $L_P$ が配されている。前記平行平面ガラス $L_P$ は、前述の従来例では水晶光学フィルター、赤外吸収ガラス、 $CC$

$D$ の保護ガラス等の複合体であり、実施例ではバックフォーカスを短くするために水晶光学フィルターの単用を想定しているが、本発明の光学的説明には何ら問題はないので厚さが総厚に等しい1枚の平行平面ガラスとして表現している。

【0016】実施例において使用している非球面については、周知のごとく、光軸方向に $Z$ 軸、光軸と直交する方向に $Y$ 軸をとるとき、非球面式：

$$Z = (Y^2/r) [1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/r)^2}] + A \cdot Y^4 + B \cdot Y^6 + C \cdot Y^8 + D \cdot Y^{10} + \dots$$

で与えられる曲線を光軸の回りに回転して得られる曲面で、近軸曲率半径： $r$ 、円錐定数： $K$ 、高次の非球面係数： $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ を与えて形状を定義する。尚表中の円錐定数及び高次の非球面係数の表記において「 $E$ とそれに続く数字」は「10の累乗」を表している。例えば、「 $E-4$ 」は $10^{-4}$ を意味し、この数値が直前の数値に掛かるのである。

【0017】本発明の撮影レンズの実施例について数値例を表2に示す。また、図1はそのレンズ構成図、図2はその諸収差図である。レンズ構成は最も物体側より開口絞り $S$ 、空気間隔を置いて正レンズである第1レンズ $L_1$ 、負レンズである第2レンズ $L_2$ 、正レンズである第3レンズ $L_3$ 、正レンズである第4レンズ $L_4$ から構成される。従来例のようなレトロフォーカス型ではなく、開口絞り $S$ より後ろの第1レンズ $L_1$ から第4レンズ全体で集光作用を持たせている。各々のレンズのパワーを見る限りは従来例の発散系である最も物体側に配置される第1レンズを省略して最適化した形状となっており、比較し易い形状にしている。また、実施例の第1レンズは大きな正のパワーを有しているため、全体で、望遠型を構成しているとも考える事が出来、小型化に有利であることが解る。

#### 【0018】

【表 2】

7  
 $f = 5.52$   
 $F_{\omega} = 2.85$   
 $2\omega = 62.32^\circ$   
 $PA = 21.2^\circ$   
 $b_1 = 2.10$

面 No.	R	D	$N_d$	$v_d$	
S1	$\infty$	0.17	—	—	開口絞り
S2	$\infty$	0.82	—	—	
1	4.707	1.80	1.80420	46.50	
2	-8.068	0.37	—	—	
3	-3.704	0.60	1.84666	23.78	
4	7.142	0.46	—	—	
5	-15.099	1.72	1.83500	42.98	平行平面ガラス
6	-3.447	0.05	—	—	
7	5.824	2.58	1.69680	55.46	
8	5.890	1.29	—	—	
9	$\infty$	0.70	1.51680	64.20	
10	$\infty$	—	—	—	

## 非球面係数

第 1 面  $K = 0.140524E+01$   $A = -0.896589E-03$   $B = 0.643363E-04$   
 第 6 面  $K = -0.537689E+01$   $A = -0.138650E-01$   $B = 0.179259E-02$   
 $C = -0.223872E-03$   $D = 0.143905E-04$

【0019】図3に従来例と実施例の大きさの比較、P  
 Aの比較をするために、両者の比較構成図を示す。表中  
 の各々のPAの値と、収差図、図3の比較構成図からも  
 明らかなように、本発明の実施例では、性能的には従来  
 例と変わることなく、より一層の小型化が達成されてい  
 る。

## 【0020】

【発明の効果】本発明によれば、高解像度かつ構成枚数  
 が少なく、コンパクトな撮影レンズを提供することが出

来る。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による撮影レンズの実施例のレンズ構成  
 図

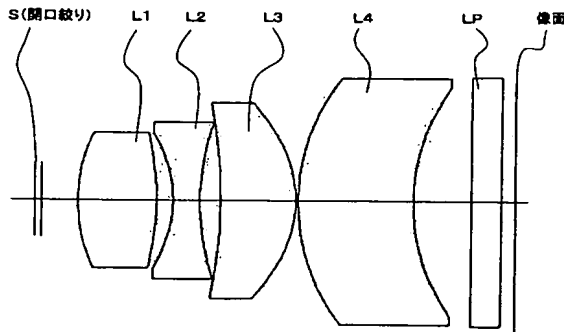
【図2】実施例の撮影レンズの諸収差図

【図3】従来例と本発明による撮影レンズの実施例の大  
 きさ等の比較構成図

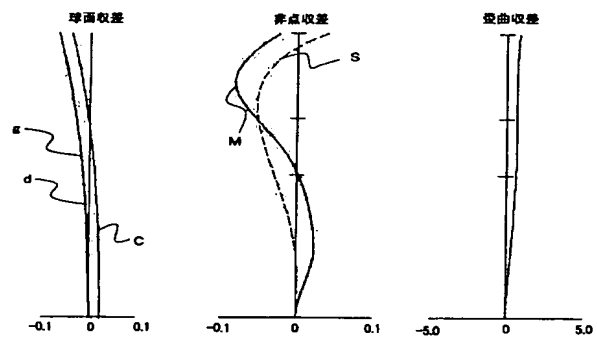
【図4】従来例である撮影レンズのレンズ構成図

【図5】従来例である撮影レンズの諸収差図

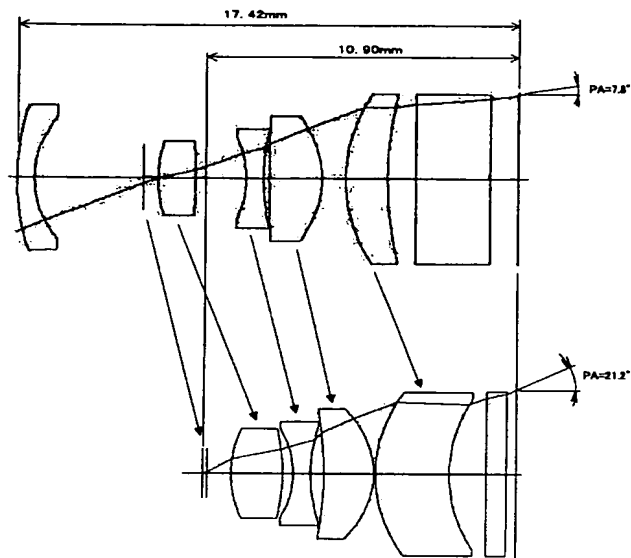
【図1】



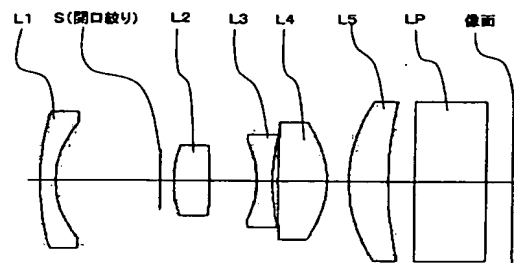
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

